Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir

Research Article
Vol. 15, No. 3, Fall 2023, p. 625-642

Agroclimatic Suitability Assessment for Rain-Fed Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Based on Growth Period and Precipitation Indices in Kurdistan Province

Hamid Cheraghi[1], Ahmad Ghanbari[2*], Mohammad Reza Asgharipour[2], Javad Taei Samirmi[3] and Ali Hesami[4]

Received: 23-03-2022
Revised: 06-07-2022
Accepted: 23-10-2022
Available Online: 23-10-2022

How to cite this article:
Cheraghi, H., Ghanbari, A., Asgharipour, M.R., Taei Samirmi, J., and Hesami, **A.,** 2023. Agroclimatic suitability assessment for rain-fed Chickpea (*Cicer arietinum* L.) based on growth period and precipitation indices in Kurdistan province. *Journal of Agroecology*, *15*(3), 625-642.
DOI: 10.22067/agry.2022.75791.1103

Introduction

Rainfall is a predominant climatic element that affects the density and location of agricultural systems and the choice of farming operations. The distribution, intensity, duration, and type of rainfall are very important at different stages, such as cultivation, emergence, tillering, stem formation, and flowering. Kurdistan province has regular rainfall with an average rainfall of more than 500 mm annually. Therefore, Kurdistan province is one of Iran's most prone rain-fed areas. This province, with an area under cultivation of 120,000 hectares, is one of the most important areas of chickpea growing in the country. However, rainfall distribution is not the same in all regions of this province, so it is necessary to study the potential risk of chickpea production in Kurdistan province.

Materials and Methods

Long-term climatic data were collected from 15 stations for 20 years from 1991 to 2011. The spatial and temporal analysis results determined the suitable region's climatic-agronomic indices and the amount of dryland chickpea production. Kurdistan province was divided into three climatic regions; High-risk or unsuitable climatic-agro-area (0.23% of the total area), medium-risk area or with relative proportion for production (59.71% of the total area), low-risk or suitable climatic-agro-area (37.96%) From the whole area).

Results and Discussion

The spatial and temporal analysis results determined the suitable region's climatic-agronomic indices and the amount of dryland chickpea production. Kurdistan province was divided into three climatic regions; High-risk or unsuitable climatic-agro-area (0.23% of the total area), medium-risk area or with relative proportion for production (59.71% of the total area), low-risk or suitable climate-agro-area (37.96%) From the whole area). The results of the study on the relationship between rainfall of vegetative stage and the potential of cultivation of dryland chickpeas in the region show except for a small part of Qorveh, Bijar, and Sarvabad cities which are in a weak degree. The whole region is in a very good degree in supplying the required moisture, which is also due to the necessary rainfall at this time and the humidity of the storage capacity stored from the winter rains. The occurrence of suitable precipitations for the vegetative period in the whole region had the highest value

1-M.Sc. Graduated in Agroecology, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
2- Professor, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Technical and Vocational University, Tehran, Iran.
4- Faculty of Kurdistan Agricultural Research Center, Iran.
(*- Corresponding author's Email: ghanbari@uoz.ac.ir)

compared to other developmental stages. The results of the study on the relationship between reproductive stage rainfall and cultivation potential of rainfed chickpeas in the region showed that Zarrineh station in the north of the region is weak due to unfavorable weather conditions at the beginning of the growing season and the developmental stages of the growing season in this region are delayed. At Zarrineh station, the critical reproductive stage occurs at a time of year when the probability of precipitation in Kurdistan has decreased, and a part of the southeast of Qorveh city is one of the weak and critical areas. The rest of the province, in terms of moisture supply for this stage of dryland chickpea development, is in a suitable degree due to the necessary rainfall in this period of development.

Conclusion

The study results show the relationship between rainfall of the vegetative stage and the cultivation potential of dryland chickpeas in the region, except for a small part of Qorveh, Bijar, and Sarvabad counties, which are in a weak degree. The whole region is in a very good degree in supplying the required moisture, which is also due to the necessary rainfall at this time and the humidity of the storage capacity stored from the winter rains. Occurrence of suitable precipitations for the vegetative period in the whole region had the highest value compared to other developmental stages.

Keywords: Biological day, GIS, Growth period, Rainfall parameters

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱٤۰۲، ص ٦٤۲-٦۲٥

بررسی تناسب اقلیمی نخود (*Cicer arietinum* L.)، براساس شاخص‌های دوره رشد و بارش در استان کردستان

حمید چراغی[1]، احمد قنبری*[2]، محمد رضا اصغری‌پور[2]، جواد طائی سمیرمی[3] و علی حسامی[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۰۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱

چکیده

توزیع، شدت، مدت و نوع نزولات آسمانی در مراحل مختلف کشت، سبز شدن، پنجه‌زنی، تشکیل ساقه و گل‌دهی نخود (*Cicer arietinum* L.)، اهمیت بسزایی دارد. از طرفی، ریسک یا عدم قطعیت یک عامل بسیار مهم در ارزیابی خطرات آب و هوایی و اثربخشی استراتژی‌های مختلف در سیاست‌های کشاورزی است. هر ریسک اقلیمی توسط خصوصیات طبیعی خود، شامل خصوصیات جغرافیایی، زمان وقوع و شدت ریسک شناخته می‌شود. این مطالعه به‌منظور برآورد ریسک بالقوه تولید نخود دیم در استان کردستان انجام شد. داده‌های درازمدت اقلیمی از ۱۵ ایستگاه برای دوره زمانی بیست ساله ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که استان کردستان به سه منطقه اقلیم زراعی تقسیم گردید؛ منطقه پر ریسک یا نامناسب اقلیم- زراعی (۰/۲۳ درصد از کل منطقه)، منطقه با ریسک متوسط یا با تناسب نسبی برای تولید (۵۹/۷۱ درصد از کل منطقه)، منطقه کم‌ریسک یا مناسب اقلیم- زراعی (۳۷/۹۶ از کل منطقه). نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین بارندگی مرحله رویشی و پتانسیل کشت نخود دیم منطقه نشان داد، به‌جز قسمت‌های ناچیزی از شهرستان‌های قروه و بیجار و سروآباد که در درجه ضعیف می‌باشند. کل منطقه از لحاظ تأمین رطوبت مورد نیاز در درجه بسیار مطلوبی قرار دارد که دلیل این امر نیز بروز بارندگی لازم در این دوره زمانی و رطوبت ذخیره شده از نزولات زمستانه می‌باشد. وقوع نزولات مناسب برای دوره رشد رویشی در کل منطقه دارای بیشترین مقدار نسبت به دیگر مراحل نموی بوده است.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای بارندگی، دوره رشد، روز بیولوژیک، سیستم اطلاعات جغرافیایی

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.)، یک حبوبات یک‌ساله، خودگرده افشان و دیپلوئید (n = 2X = ۱۶) است که پس از سویا رتبه دوم حبوبات را در سراسر جهان دارد (Gayacharan et al., 2020). گیاه نخود یکی از قدیمی‌ترین محصولاتی است که توسط انسان کشت شده است. همچنین شواهد باستان‌شناسی مربوط به نخود نشان می‌دهد که این گیاه ۷۵۰۰ تا ۶۸۰۰ سال قبل از میلاد در خاورمیانه وجود داشته است. به‌طور دقیق‌تر، جنوب شرق ترکیه و سوریه به‌عنوان مرکز منشأ محصول در نظر گرفته می‌شود (Zohary et al., 2012)، نخود عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک بیش از ۵۰ کشور در سراسر آسیا، آفریقا، اروپا، استرالیا، آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی کشت می‌شود. علاوه‌براین در سراسر جهان ۱۷/۲ میلیون تن نخود از حدود ۱۷/۸ هکتار زمین تولید می‌شود (Chandora et al., 2020). ایران

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اگرواکولوژی،گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۳- استادیار گروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی حرفه‌ای تهران، ایران.
۴- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، استان کردستان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: ghanbari@uoz.ac.ir)
DOI: 10.22067/agry.2022.75791.1103

پس از هند، ترکیه و پاکستان چهارمین تولیدکننده نخود در جهان می‌باشد و متوسط عملکرد دانه نخود در سراسر جهان ۹۶۵/۱ کیلوگرم در هکتار، در آسیا ۹۱۹/۷ کیلوگرم در هکتار در هکتار و در ایران ۴۴۳/۲ کیلوگرم در هکتار است (Veisi et al., 2020). در ایران، حدود دو درصد از مجموع تولیدات زراعی را حبوبات تشکیل می‌دهند که ۳۴ درصد اراضی به کشت آبی و ۶۶ درصد به کشت دیم اختصاص دارد و ۰/۳۵ میلیون تن نخود از طریق دیم در مساحتی بالغ بر ۵۳۰/۵ هزار هکتار به‌دست می‌آید که استان کردستان ۱۱/۷ درصد از تولید دیم نخود را به خود اختصاص داده است (Agricultural Statistics, 2020). استان کردستان با سطح زیر کشت ۱۲۰ هزار هکتار یکی از مناطق مهم نخودکاری کشور به‌شمار می‌رود. زیرا به علت برخورداری از بارندگی منظم به‌خصوص در غرب استان (متوسط ۲۹ ساله) با متوسط بارندگی بیشتر از ۵۰۰ میلی‌متر در سال از مناطق مستعد دیم‌کاری کشور محسوب می‌شود (Kanuni, 2001). استان کردستان رتبه اول کشت نخود در ایران را دارد (Mansourian et al., 2017). میانگین عملکرد نخود دیم زمستانه در کردستان ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار است (Mansourian et al., 2017). آمارها نشان می‌دهد، متوسط عملکرد نخود در شرایط کشور بسیار کمتر از عملکرد بالقوه و قابل حصول این گیاه می‌باشد (Soltania et al., 2016). بنابراین، برای موفقیت در زراعت نخود دیم، آگاهی از شرایط اقلیمی و رویشگاهی مناطق مختلف، که از عوامل تأثیرگذار در کشت دیم می‌باشند، بسیار حائز اهمیت است (Miller et al., 2002).

امروزه نقش اقلیم در بخش کشاورزی، از طریق توزیع جغرافیایی محصول بر اساس شرایط اقلیمی، جهت پیشگیری از آسیب‌های احتمالی بروز سرما و یخبندان، طوفان، خشکسالی و یا کاهش آب بر هیچ‌کس پوشیده نیست. خسارات ناشی از عناصر اقلیمی بر روی محصولات زراعی به‌دلیل عدم تناسب نوع محصول با شرایط محیطی، قابل توجه است (Shikwambana et al., 2021). همچنین با افزایش ریسک تولید، میزان تولید می‌تواند کاهش یافته و این موضوع امنیت غذایی را با خطر روبرو می‌کند. لذا، لازم است اطلاعاتی در مورد ریسک و عدم حتمیت نهاده‌ها و فناوری‌های جدید به‌دست آورد تا بتوان از این راه استراتژی‌های توسعه بخش کشاورزی را تعیین نمود. مسئله ریسک در کشاورزی به‌خصوص کشاورزی به‌صورت دیم از مسائل مهمی است که می‌بایست مد نظر قرار گیرد (FAO, 2015). به‌طور کلی، اولین قدم در رفع چالش موجود در رابطه با برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و سیاست‌گذاری‌های بخش کشاورزی، پهنه‌بندی اگرواکولوژیک است که به مدیریت پایدار منابع کشاورزی می‌انجامد. به همین دلیل بسیاری از پژوهش‌ها از پهنه‌بندی اگرواکولوژیک برای سنجش قابلیت اراضی برای کشت گیاهان زراعی استفاده کردند.

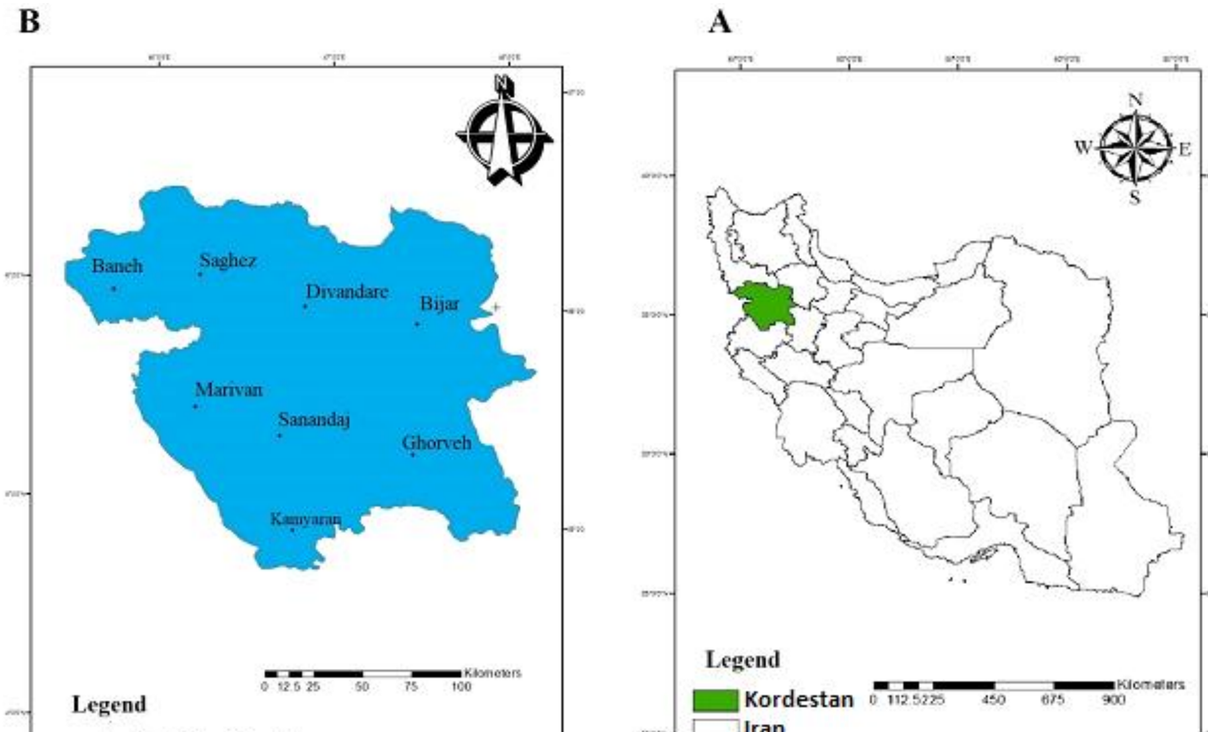
ارتفاع، شیب، جهت، خاک، پوشش زمین و بسیاری از عوامل اقلیمی مؤثر بر رشد محصول، در تعیین مناسب‌ترین مناطق رشد محصول کمک می‌کند. فرآیند طبقه‌بندی تناسب زمین، ارزیابی و گروه‌بندی مناطق خاصی از زمین بر حسب تناسب آن‌ها برای کاربری تعریف شده است (Bhagat et al., 2009). مناطق مناسب برای استفاده کشاورزی با ارزیابی اجزای محیطی و درک محدودیت‌های بیوفیزیکی محلی تعیین می‌شوند. ویژگی‌های توپوگرافی، شرایط آب و هوایی و کیفیت خاک یک منطقه مهم‌ترین پارامترهای تعیین‌کننده در ارزیابی تناسب زمین هستند و استفاده از GIS امکان ساخت مدل‌هایی را فراهم می‌کند که از آن‌ها می‌توان یک نقشه موضوعی جدید (به‌عنوان مثال، نقشه تناسب زمین) از مجموعه‌ای از نقشه‌های موضوعی تولید کرد (Al-Mashreki et al., 2011). در سال‌های اخیر، GIS ابعاد فضایی مورد نیاز زیادی را برای مدیریت و برنامه‌ریزی منابع طبیعی فراهم کرده است. فناوری GIS برای ادغام اطلاعات موجود زیستی- اقلیم، زمین و منابع خاک مفید است (Kumar et al., 2013)(Sharma et al., 2010). شارما و همکاران (Sharma et al., 2010)، با استفاده از پایگاه اطلاعات حاصل از پهنه‌بندی آگرواکولوژیک، میزان بهره‌وری آب را در کشور هند برای زراعت دیم بررسی نمود و پهنه‌های مختلف را از لحاظ پتانسیل زراعت دیم برنج (*Oryza sativa*)، مورد ارزیابی قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد، استفاده از آبیاری تکمیلی با آب ذخیره شده در فصل بارندگی می‌تواند عملکرد برنج را در سطح منطقه‌ای تا ۵۰ درصد افزایش دهد. آرایا و همکاران (Araya et al., 2010)، با استفاده از مفهوم الگوی دوره رشد در پهنه‌بندی آگرواکولوژیک، روش جدیدی برای ارزیابی و تعیین مناطق اقلیمی کشاورزی در مناطق حاره کشور اتیوپی ارائه کرد. این محققین از این روش برای ارزیابی مناطق مورد بررسی از لحاظ تولید گیاهان زراعی دیم نیز استفاده کردند. در مطالعه حاضر، سعی شده است به جنبه دیگری از طبقه‌بندی مزارع بر اساس تجمع واحد روز بیولوژیک و مشخص کردن تاریخ وقوع مراحل نمو نخود در استان کردستان بر اساس روز بیولوژیک و در نظر گرفتن احتمال وقوع شرایط بهینه در

مراحل مختلف نموی نخود اشاره و از آن بهره گرفته شود. بنابراین، با اجرای این تحقیق، مناطق مناسب رشدی نخود دیم را بر اساس، پارامترهای بارندگی طبق مراحل مختلف نموی استخراج شده به‌دست می‌آید و همچنین، شرایط توپوگرافی زمین نظیر شیب و کاربری اراضی به‌صورت احتمال موفقیت در کشت دیم این گیاه تعیین خواهد شد.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان کردستان در غرب ایران بین ۳۴ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۴۸ درجه ۱۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد (شکل ۱- A). مساحت استان کردستان برابر ۲۹۱۳۷ کیلومترمربع بوده که این مساحت ۱/۷ درصد از وسعت کل کشور را شامل می‌شود. کردستان به دلیل داشتن ارتفاعات متعدد و بارندگی‌های نسبتاً زیاد از نقاط سردسیر کشور به‌شمار می‌رود. استان کردستان از دو نوع آب و هوای متمایز برخوردار است. در نواحی کوهستانی و دشت‌های مرتفع، آب و هوای معتدل با زمستان‌های بسیار سرد و در دره‌ها و محدوده‌هایی از قلمرو غربی استان، آب و هوا معتدل است. میانگین دما در ارتفاعات هشت درجه سانتی‌گراد و در مناطق پست ۱۳ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم کردستان متأثر از توده‌های هوای گرم و مرطوب مدیترانه است که این توده‌ها موجب بارندگی‌های موقت در بهار و ریزش برف در زمستان است. به‌طور کلی، در سطح کشور حدود ۱۱۸ ایستگاه سینوپتیک وجود دارد که از این تعداد، هشت ایستگاه در سطح استان کردستان وجود دارد که دارای آمار بلندمدت می‌باشد (شکل ۱-B).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (A) و موقعیت محدوده و ایستگاه‌های مورد مطالعه (B)

Fig. 1- Geographical location of the study area (A) and location of the study area and stations (B)

برای شناسایی ویژگی‌های آب و هوایی منطقه مورد مطالعه لازم است، عناصر اقلیمی موجود در منطقه را به‌دقت مورد بررسی قرار داد. به‌منظور رسیدن به هدف فوق در این بخش از پژوهش، آمار درازمدت (۲۰ ساله طی سال‌های ۹۰-۱۳۷۰ه ش) عناصر اقلیمی شامل

بارندگی روزانه، ماهانه و سالانه و تبخیر ماهانه و سالانه از هشت ایستگاه سینوپتیک درون استانی شامل سنندج، سقز، مریوان، قروه، بیجار، زرینه، بانه و کامیاران و پنج ایستگاه سینوپتیک برون استانی شامل مهاباد، سردشت (استان آذربایجان غربی)، روانسر، کرمانشاه (استان کرمانشاه)، خدابنده (استان زنجان) و همدان جمع‌آوری و مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. جهت بررسی‌های آماری اقلیم منطقه، ابتدا اقدام به جمع‌آوری داده‌ها از طریق مراجعه به سازمان کل هواشناسی کشور گردید. سپس آمار و ارقام به‌دست آمده پس از تجزیه و تحلیل در نرم افزارهای آماری Excel و SPSS، در محیط GIS مورد بررسی قرار گرفتند. شکل ۳ محدوده و موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

مجموع بارندگی روزانه هر سال آماری با استفاده از آمار (۹۰-۱۳۷۰ ه ش) به‌دست آمد. این‌کار برای تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه برای ۲۰ سال آماری انجام شد. در محیط اکسل، لگاریتم داده‌ها را محاسبه کرده و میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی به‌منظور تعیین احتمال حصول بارش لازم برای هر مرحله نموی نخود، از توزیع لوگ‌پیرسون نوع سوم استفاده شد (Mahdavi et al., 2006). برای این کار ابتدا برای همه سال‌ها مجموع بارش هر دوره نموی برای همه ایستگاه‌ها محاسبه گردید، سپس لگاریتم‌ها برای هر دوره حساب شد. به‌کمک این توزیع احتمال بارندگی‌های لازم در هر مرحله نموی نخود برای همه ایستگاه‌ها محاسبه شد (جدول ۱).

ارزش‌دهی به لایه‌ها در این پژوهش، بر گرفته از نظرات کارشناسان کشاورزی و بررسی منابع مختلف صورت گرفت (جدول ۲).

جدول ۱- میزان بارش لازم برای مراحل فنولوژی نخود دیم، استفاده شده در این پژوهش

Table 1- The amount of precipitation required for the phenological stages of dryland chickpeas, used in this study

مراحل نمو Developmental stages	بارش لازم Precipitation required (mm-1)
مرحله سبز شدن (جوانه‌زنی و سبز شدن) Planting period (germination and germination)	15
مرحله رویشی (بعد از جوانه‌زنی تا شروع گل‌دهی) Vegetation period (after germination to the beginning of flowering)	100
مرحله زایشی (گل‌دهی و غلاف‌دهی) Reproductive period (flowering and podding)	45
مرحله رسیدگی Plant ripening period	10
سالانه Annually	300

جدول ۲- ارزش وزنی همپوشانی لایه‌های بارندگی در محیط GIS (ارزش لایه به درصد)

Table 2- Weight value of overlap of rainfall layers in GIS environment (layer value in percentage)

لایه Layer	رسیدگی Plant ripening	زایشی Reproductive	رویشی Vegetative	جوانه‌زنی Germination
بارندگی Rainfall	20	30	20	30

در این مطالعه، نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه گردید و از آن برای ایجاد مدل رقومی ارتفاع[1] (DEM) منطقه و همچنین ایجاد لایه شیب منطقه مورد مطالعه استفاده شد. در این پژوهش، نقشه کاربری‌اراضی منطقه مورد مطالعه از اداره منابع طبیعی استان کردستان تهیه گردید و از آن برای استخراج مناطق دارای قابلیت کشت منطقه مورد مطالعه استفاده شد.

همچنین با استفاده از دما و ساعات آفتابی اقدام به تعیین روز بیولوژیک روزانه گردید. در این پژوهش، از مقادیر تجمعی روز بیولوژیک برای تعیین شروع مرحله نموی استفاده شد. هر مرحله

1- Digital Elevation Model

نموی زمانی رخ می‌دهد که جمع BD[1] روزهای قبلی به D_{min} برسد یا از آن عبور کند. که با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود (Soltani, 2009):

معادله (۱)
$$BD = f(T) \times f(PP)$$

که در آن، $f(T)$: تابع دمایی و $f(PP)$: تابع طول روز هستند.

معادله (۲)

اگر Tb < T < To1
$$f(T) = \frac{(T - Tb)}{(To1 - Tb)}$$

اگر To2 < T < Tc
$$f(T) = \frac{(Tc - T)}{(Tc - To2)}$$

اگر To1 < T < To2
$$f(T) = 1$$

اگر T <= Tb or T => Tc
$$f(T) = 0$$

که در آن، T: دما، Tb: دمای پایه، To: دمای مطلوب، To1: دمای مطلوب پایین، To2: دمای مطلوب بالا، Tc: دمای سقف می‌باشند. توابع فتوپریودی مورد استفاده به‌صورت زیر بود:

معادله (۳)

اگر PP = > Pc
$$f(PP) = 1$$

اگر PP < Pc
$$f(PP) = 1 - PS \times (Pc - PP)_2$$

که در آن، pp: فتوپریود (ساعت در روز) یا (hd-1)، Pc: فتوپریود بحرانی که در کمتر از آن سرعت نمو به‌علت کوتاه بودن طول روز تقلیل می‌یابد و Ps: ضریب حساسیت فتوپریودی (طول روز) می‌باشد. برای مراحل کاشت تا سبز شدن و گل‌دهی تا رسیدگی، مقدار تابع فتوپریود یک در نظر گرفته شد که نشان می‌دهد این مراحل به طول روز واکنش نشان نمی‌دهند. مقادیر دمای پایه، دمای مطلوب تحتانی، دمای مطلوب فوقانی و دمای سقف برای مرحله کاشت تا سبز شدن به‌ترتیب ۴/۵، ۲۰، ۲۹ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد و ۰، ۲۱، ۳۲ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد برای مراحل دیگر و مقدار Pc ۲۱ ساعت در روز و ارزش ps ۰/۰۰۸۴۵ می‌باشد (Soltani et al., 2006).

احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در مرحله رسیدگی

برای به‌دست آوردن نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی، ابتدا احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی در منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس معادله همبستگی بین ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های منطقه و احتمالات فوق‌الذکر استخراج گردید و در تهیه نقشه از آن‌ها استفاده شد. جدول ۶ احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی نخود را در هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

بررسی هم اقلیمی نخود براساس پارامتر بارندگی

بارندگی یک عنصر آب و هوایی غالب می‌باشد که تراکم و محل استقرار سیستم‌های زراعی و انتخاب عملیات کشاورزی زارع را تحت تأثیر قرار می‌دهد و زمانی که با مقدار کم، تمرکز، نوسان و عدم اطمینان همراه باشد به خطر اقلیمی برای کشاورزی تبدیل می‌گردد. بنابراین، توزیع، شدت، مدت و نوع نزولات آسمانی در مراحل مختلف کشت، سبز شدن، پنجه‌زنی، تشکیل ساقه و گل‌دهی اهمیت بسزایی دارد (Sobhani et al., 2020). محاسبه احتمال بروز بارندگی لازم برای هر دوره نموی نخود با توجه به جدول ۳، با استفاده از توزیع لوگ پیرسون نوع سوم (تیپ ۳) محاسبه گردید که به قرار زیر می‌باشد:

نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن

برای به‌دست آوردن نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن، ابتدا احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن در منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس معادله همبستگی بین ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های منطقه و احتمالات فوق‌الذکر استخراج گردید و در تهیه نقشه از آن‌ها استفاده شد. جدول ۳ احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن نخود را در هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی نشان می‌دهد.

با توجه به جدول ۳، احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر برای دوره کاشت تا سبز شدن در شهرستان سروآباد و قسمت ناچیزی از غرب شهرستان بانه در شرایط بحرانی قرار دارد، لذا انجام آبیاری تکمیلی برای این دوره در این نواحی ضرورت پیدا می‌کند، در اکثر ایستگاه‌ها احتمال وقوع بروز بارندگی برای این دوره در حد مطلوبی می‌باشد، شایان ذکر است در دو ایستگاه سقز و زرینه احتمال وقوع

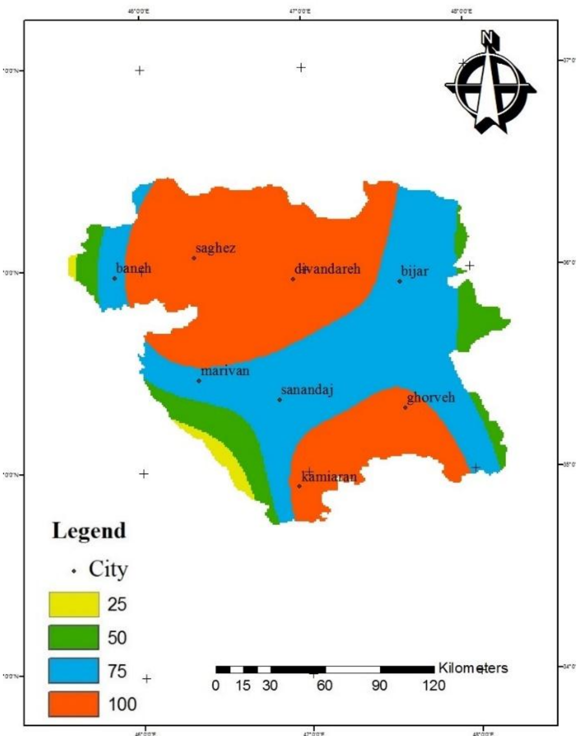
1- Biological Days

بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر به‌علت مصادف شدن دوره کاشت تا سبز شدن (به‌صورت انتظاری) با اوایل فروردین دارای بیشترین مقدار بوده و شرایط بسیار مطلوبی از لحاظ رطوبتی برای این دوره نخود مهیا می‌باشد. شکل ۲، نقشه توزیع جغرافیایی وقوع احتمالات فوق را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد.

جدول ۳- احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن

Table 3- Probability of rainfall of 15 mm and more during the planting period until emergence

ایستگاه **Station**	احتمال بروز **Probability of occurrence (percentage)**
سنندج Sanandaj	67
سقز Sagez	100
مریوان Marivan	71
قروه Qorveh	81
بیجار Bijar	67
زرینه Zarrineh	100
بانه Baneh	75
کامیاران Kamyaran	71



شکل ۲- نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن گیاه نخود

Fig. 2- Geographical distribution map of the probability of rainfall of 15 mm and more in the planting to emergence Chickpea plant

نقشه فوق دارای چهار پهنه به‌شرح زیر می‌باشد.

الف- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن می‌باشد که کمتر از ۲۵ درصد بوده و شامل منطقه کوچکی است.

ب- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن می‌باشد که بین ۲۵ تا ۵۰ درصد است.

ج- مناطقی که در آن‌ها احتمال بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن بین ۵۰ تا ۷۵ درصد که شامل بخش میانی از منطقه را شامل می‌شود.

د- مناطقی که در آن‌ها احتمال بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد شامل قسمت‌های شمالی و جنوبی در بخش مرکزی منطقه می‌باشد.

طبق این نقشه، اراضی قابل کشت منطقه مطالعاتی از لحاظ تأمین بارندگی برای مراحل مختلف رشدی نخود دارای محدودیت چندانی نمی‌باشد.

نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی

برای به‌دست آوردن نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی، ابتدا احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی در منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس مقدار رطوبت ذخیره شده در خاک که از نزولات دوره رکود باقی می‌ماند، به این مقدار اضافه شد، سپس معادله همبستگی بین ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های منطقه و احتمالات فوق‌الذکر استخراج گردید و در تهیه نقشه از آن‌ها استفاده شد. جدول ۴ احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی نخود را در هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی نشان می‌دهد.

جدول ٤- احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی

Table 4- Probability of rainfall of 100 mm and more during the growing season

ایستگاه Station	احتمال بروز Probability of occurrence (percentage)
سنندج Sanandaj	86
سقز Sagez	100
مریوان Marivan	100
قروه Qorveh	71
بیجار Bijar	70
زرینه Zarrineh	100
بانه Baneh	100
کامیاران Kamyaran	100

با توجه به جدول ۴، احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رشد رویشی در سه ایستگاه قروه، بیجار، سنندج، کمتر بود. در بقیه ایستگاه‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی بیشترین مقدار بود و شرایط بسیار مطلوبی برای این دوره نخود مهیا می‌باشد (شکل ۳).

نقشه فوق دارای چهار پهنه به شرح زیر می‌باشد:

الف- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی کمتر از ۲۵ درصد می‌باشد.

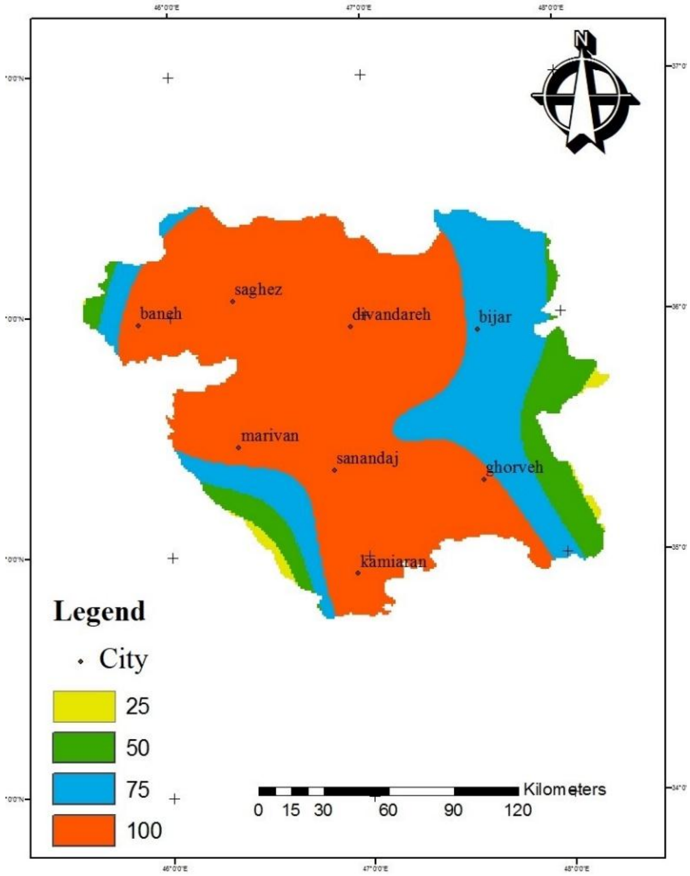
ب- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد بوده و شامل قسمت

کمتری از منطقه می‌باشد.

ج- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارنـدگی ۱۰۰ میلـی‌متـر و بیشتر در دوره دوره رویشی بـین ۵۰ تـا ۷۵ درصـد بیشـتر در شـرق وقسمت کمی در غرب منطقه می‌باشد.

د- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارنـدگی ۱۰۰ میلـی‌متـر و بیشتر در دوره دوره رویشی بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد می‌باشـد، قسـمت بیشتر از منطقه را شامل می‌شود.

مهم‌ترین عوامل در عملیات کشاورزی مربوط به عوامل اقلیمـی می‌باشند. برای آن که بتوان حداکثر بهـره‌بـرداری زراعـی را از یـک رژیم اقلیمی معین و شرایط طبیعی هر منطقه کسب نمود، لازم است قبل از هر برنامه‌ریزی در این زمینه عوامل هواشناسـی و طبیعـی آن منطقه را مورد بررسی قرار داد.



شکل ۳- نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رشد رویشی گیاه نخود

Fig. 3- Geographical distribution map of the probability of rainfall of 100 mm and more in the vegetative period Chickpea plant

استان کردستان از مناطق مستعد کشاورزی در ایران مـی‌باشـد و مطالعه در خصوص تأثیر آب و هوا و عوامل محیطی منطقه از اهمیت زیادی برخوردار هستند. درک روند بارنـدگی در پـیش‌بینـی بهـره‌وری محصـولات تحـت تغییـرات آب و هـوا و تنـوع بسـیار مهـم اسـت (Shikwambana et al., 2021) وقـوع نـزولات مناسـب بـرای دوره رویشی در کل منطقه دارای بیشترین مقدار نسـبت بـه دیگـر مراحـل نموی بوده است. نتایج حاصل از بررسی ارتباط بـین بارنـدگی مرحلـه رویشی و پتانسیل کشـت نخـود دیـم منطقـه نشـان داد کـه بـه‌جـز قسمت‌های ناچیزی از شهرستان‌های قروه و بیجار و سروآبـاد کـه در درجه ضعیف می‌باشند، کل منطقه از لحاظ تأمین رطوبت مورد نیاز در درجه بسیار مطلوبی قرار دارد که دلیل این امر نیز بروز بارنـدگی لازم در این برهه از زمان و رطوبت ظرفیت زراعی ذخیره شـده از نـزولات زمستانه می‌باشد.

بر اساس آمار بلندمدت هواشناسی، اطلاعات مربـوط بـه شـرایط

اقلیمی منطقه از جمله میزان و نحوه پراکنش بارندگی و تغییرات دما به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت بالایی برخوردار است. نتایج بنی عقیل و همکاران (Baniaghil et al., 2017) نشان داد که بارندگی شدید در زمان کشت منجر به تأخیر بیشتر در آماده‌سازی زمین و در نتیجه، تأخیر در کشت می‌شود. همچنین دمای بالا به همراه کاهش بارندگی باعث تسریع خشک شدن خاک و کاهش رطوبت خاک شده که ظهور گیاه یا مواجهه با تنش رطوبتی در مراحل بعدی رشد را به تأخیر می‌اندازد. به‌طوری‌که کاهش آب تقریباً بر تمام فرآیندهای دانه‌بندی تأثیر می‌گذارد که بارزترین آن‌ها کاهش جذب عناصر غذایی است که در نهایت، وزن کل دانه‌ها را کاهش می‌دهد (Sobhani, 2005).

نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی

حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه نخود نسبت به کمبود آب مرحله گل‌دهی و اوایل غلاف‌بندی می‌باشد. برای به‌دست آوردن نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی، ابتدا احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی در منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید. سپس معادله همبستگی بین ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های منطقه و احتمالات فوق‌الذکر استخراج گردید و در تهیه نقشه از آن‌ها استفاده شد. جدول ۵، احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی نخود را در هر یک از ایستگاه‌های مطالعاتی نشان می‌دهد.

جدول ۵- احتمال بروز بارندگی ٤٥ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی

Table 5- The probability of rainfall of 45 mm and more in the reproductive period

ایستگاه Station	احتمال بروز Probability of occurrence (percentage)
سنندج Sanandaj	81
سقز Sagez	76
مریوان Marivan	86
قروه Qorveh	57
بیجار Bijar	62
زرینه Zarrineh	24
بانه Baneh	85
کامیاران Kamyaran	86

با توجه به جدول ۵، احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی در ایستگاه در زرینه کمترین مقدار می‌باشد. در ایستگاه‌های مریوان و کامیاران احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی بیشترین مقدار می‌باشد و شرایط مطلوب‌تری برای این دوره نخود مهیا می‌باشد. شکل ۴، نقشه توزیع جغرافیایی وقوع احتمالات فوق را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد.

نقشه فوق دارای چهار پهنه به شرح زیر می‌باشد:

الف- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی کمتر از ۲۵ درصد می‌باشد و بیشتر در قسمت شمالی منطقه را شامل می‌شود.

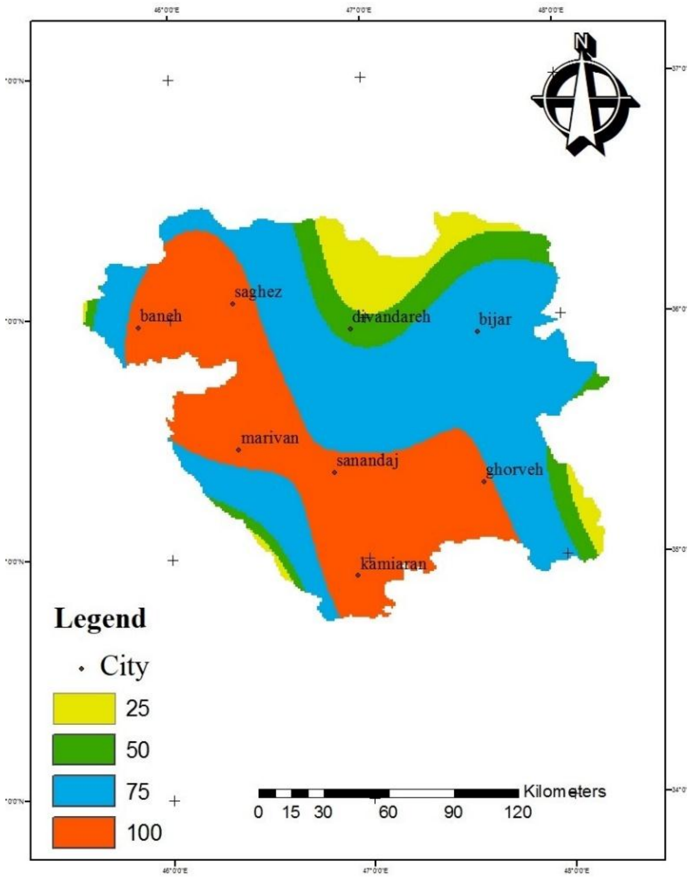
ب- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد می‌باشد.

ج- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد بوده و شامل بیشتر در قسمت میانی و شرق منطقه امتداد دارد.

د- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره دوره رویشی بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد، بیشتر در قسمت جنوب و غرب منطقه را شامل می‌شود.

از آنجا که حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه نخود نسبت به کمبود آب مرحله گل‌دهی و اوایل غلاف بندی می‌باشد، و با توجه به نقشه ۶ شمال منطقه مطالعاتی از نظر تأمین رطوبت برای این مرحله ضعیف می‌باشد، پس انجام آبیاری تکمیلی خصوصاً در این مرحله بسیار الزامی به نظر می‌رسد.

نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین بارندگی مرحله زایشی و پتانسیل کشت نخود دیم منطقه نشان داد که ایستگاه زرینه در شمال منطقه، به‌دلیل نامساعد بودن شرایط جوی در اوایل فصل رشد در درجه ضعیف قرار دارد و مراحل نمو دوره رشد در این منطقه به تعویق می‌افتد. در ایستگاه زرینه، مرحله حساس زایشی در موقعی از سال اتفاق می‌افتد که عملاً احتمال وقوع نزولات جوی در کردستان پایین آمده است و قسمتی از جنوب شرقی شهرستان قروه هم جزء مناطق ضعیف و بحرانی می‌باشد. بقیه مناطق استان از لحاظ تأمین رطوبت برای این مرحله نموی نخود دیم در درجه مناسب می‌باشد، که به‌دلیل بارش لازم در این دوره نمو می‌باشد.



شکل ٤- نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ٤٥ میلی‌متر و بیشتر در دوره رشد زایشی گیاه نخود

Fig. 4- Geographical distribution map of the probability of rainfall of 45 mm and more in the reproductive period Chickpea plant

با توجه به جدول ۶ احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی درکل ایستگاهای منطقه در حد بحرانی می‌باشد، که نشان از تنش خشکی آخر فصل در منطقه مورد مطالعه می‌باشد، خصوصاً ایستگاه قروه، سروآباد و قسمت‌هایی از شهرستان سنندج در کمترین مقدار و شرایط بحرانی می‌باشد. قابل ذکر است در ایستگاه کامیاران احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی بیشترین مقدار می‌باشد و شرایط مطلوب‌تری برای این دوره نخود مهیا می‌باشد. شکل ۵ نقشه توزیع جغرافیایی وقوع احتمالات فوق را در منطقه مطالعاتی نشان می‌دهد.

نقشه فوق دارای چهار پهنه به شرح زیر می‌باشد:

الف- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی کمتر از ۲۵ درصد می‌باشد، تقریباً نیمه جنوبی

به‌جز شهرستان کامیاران را شامل می‌شود.

ب- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد بوده و شامل قسمت بیشتر از منطقه شامل قسمت‌های شمال و شمال غربی استان می‌باشد.

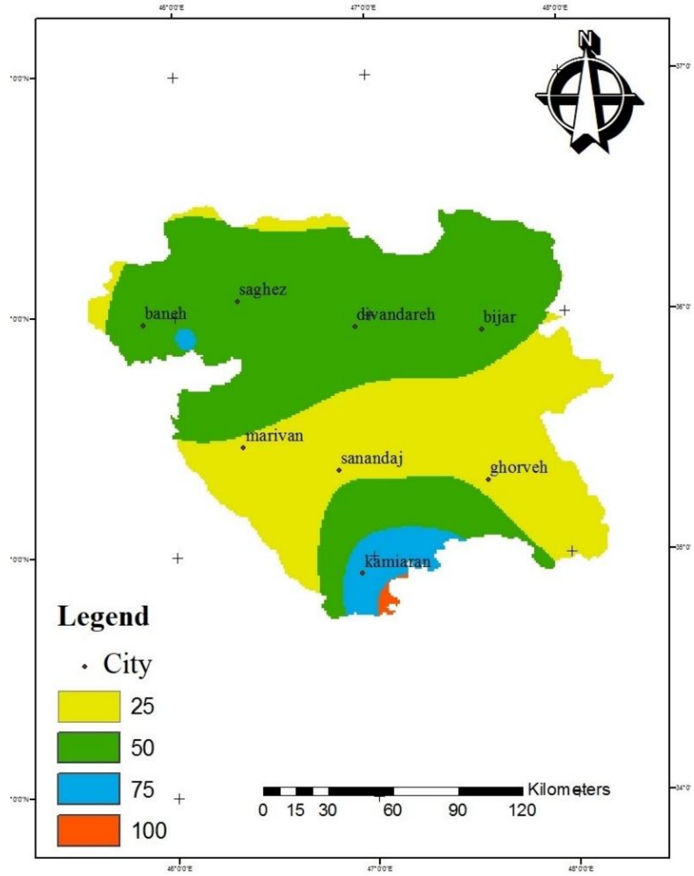
ج- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی بین ۵۰ تا ۷۵ درصد بوده و شامل ایستگاه کامیاران در جنوب منطقه را شامل می‌شود.

د- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره دوره رویشی بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد می‌باشد، قسمت بسیار ناچیزی از منطقه را شامل می‌شود.

جدول ٦- احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در مرحله دانه‌بندی تا رسیدگی گیاه نخود

Table 6- Probability of rainfall of 10 mm and more in the period from seed to maturity Chickpea plant

ایستگاه Station	احتمال بروز Probability of occurrence (percentage)
سنندج Sanandaj	24
سقز Sagez	33
مریوان Marivan	29
قروه Qorveh	14
بیجار Bijar	29
زرینه Zarrineh	33
بانه Baneh	46
کامیاران Kamyaran	57

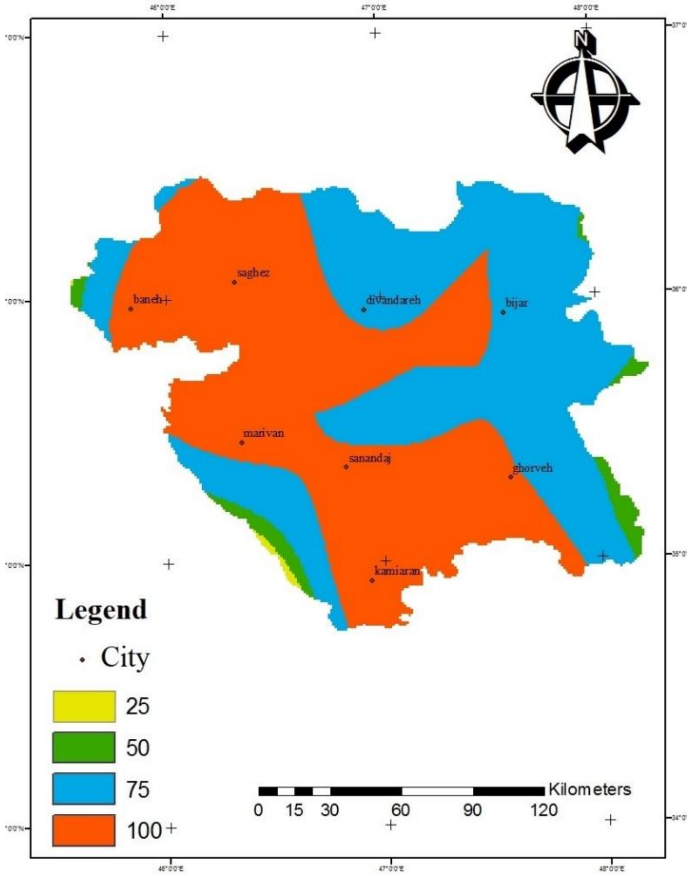


شکل ۵- نقشه توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی گیاه نخود

Fig. 5- Geographical distribution map of the probability of precipitation of 10 mm and more during the ripening periodChickpea plant

همپوشانی نقشه‌های احتمالات بروز بارندگی بهینه مراحل کاشت تا سبز شدن، دوره رویشی، دوره زایشی و دوره رسیدگی

پس از تهیه نقشه‌های توزیع جغرافیایی احتمال بروز بارندگی ۱۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره کاشت تا سبز شدن، احتمال بروز بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رویشی، احتمال بروز بارندگی ۴۵ میلی‌متر و بیشتر در دوره زایشی، احتمال بروز بارندگی ۱۰ میلی‌متر و بیشتر در دوره رسیدگی، همپوشانی چهار نقشه مذکور توسط نرم‌افزار Arc Map انجام گرفت که در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ٦- همپوشانی نقشه‌های احتمالات بروز بارندگی بهینه مراحل کاشت تا سبز شدن، دوره رویشی، دوره زایشی و دوره رسیدگی گیاه نخود

Fig. 6- Overlap of optimal rainfall probability maps of planting to emergence stages, vegetative period, reproductive period, and maturity period Chickpea plant

نقشه فوق دارای چهار پهنه به شرح زیر می‌باشد:

الف- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارش مناسب در دوره رشد کمتر از ۲۵ درصد می‌باشد که قسمت خیلی کمی از اراضی قابل کشت منطقه را شامل می‌شود.

ب- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارش مناسب در دوره رشد بین ۲۵ تا ۵۰ درصد بوده و شامل قسمت کمی از اراضی قابل کشت منطقه می‌باشد.

ج- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارش مناسب در دوره رشد بین ۵۰ تا ۷۵ درصد می‌باشد که قسمت قابل توجه از اراضی قابل کشت به‌خصوص قسمت شرقی منطقه را شامل می‌شود.

ب- مناطقی که در آن‌ها احتمال بروز بارش مناسب در دوره رشد بین ۷۵ تا ۱۰۰ درصد بوده و شامل قسمت بیشتری از اراضی قابل کشت منطقه می‌باشد.

طبق این نقشه، عامل بارش نسبت به عامل دمایی تأثیر کمتری را روی تعیین مناطق مناسب کشت نخود دیم دارد و در اکثر مناطق اراضی قابل کشت منطقه میزان رطوبت لازم برای مراحل مختلف نموی این گیاه به‌طور کامل تأمین می‌شود.

نقشه هم اقلیمی پتانسیل کشت نخود دیم در منطقه مورد مطالعه

پس از تهیه نقشه توزیع جغرافیایی احتمالات بهینه دمایی، نقشه احتمالات بروز بارندگی بهینه، نقشه توزیع جغرافیایی شیب بهینه و کاربری اراضی همپوشانی چهار نقشه مذکور توسط نرم‌افزارArc Map انجام گرفت که نتایج آن نقشه نهایی هم اقلیمی پتانسیل کشت نخود دیم استان کردستان را نشان می‌دهد. جدول ۱۳-۴ درجه‌بندی مناطق کشت نخود در استان کردستان را نشان داده است.

با توجه به جدول ۷، قسمت قابل توجهی اراضی قابل کشت منطقه مورد مطالعه در درجه مناسب قرار داشته و احتمال موفقیت کشت نخود دیم در این مناطق ۱۰۰-۷۵ درصد می‌باشد و مناطق متوسط برای کشت نخود دیم که احتمال موفقیت کشت نخود دیم در

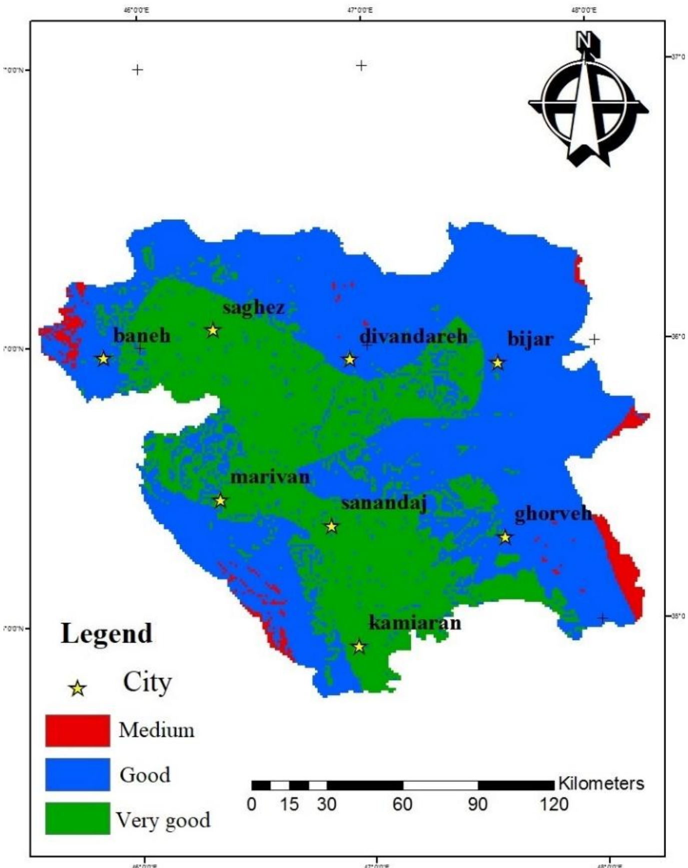
این مناطق ۷۵–۵۰ درصد می‌باشد سهم بیشتری از اراضی قابل کشت منطقه را دارا می‌باشد. مناطق ضعیف برای کشت نخود دیم که احتمال موفقیت کشت نخود دیم در این مناطق ۵۰- ۲۵ درصد می‌باشد، سهم خیلی کمی از اراضی قابل کشت منطقه را دارا می‌باشد.

شکل ۷، نقشه توزیع جغرافیایی کشت نخود دیم را در استان کردستان نشان می‌دهد.

جدول ۷- درجه‌بندی مناطق کشت نخود در استان کردستان با ذکر مساحت

Table 7- Grading of chickpea growing areas in Kurdistan province with area

رتبه‌بندی Ranking	مساحت نسبت به کل مساحت منطقه مورد مطالعه Ratio to total area of field study
خیلی مناسب Very Convenient	0.379632
مناسب Suitable	0.597111
متوسط Medium	0.023257



شکل ۷- نقشه هم اقلیمی پتانسیل کشت نخود دیم در استان کردستان

Fig. 7- Climatic map of dryland chickpea cultivation potential in Kurdistan province

نقشه فوق دارای سه پهنه به شرح زیر می‌باشد.

الف) مناطق خیلی مناسب، که در این مناطق احتمال موفقیت

کشت نخود دیم۱۰۰-۷۵ درصد می‌باشد و ۳۷/۹۶ درصد از اراضی قابل کشت منطقه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد.

ب) مناطق مناسب، که در این مناطق احتمال موفقیت کشت نخود دیم ۷۵-۵۰ درصد می‌باشد و شامل ۵۹/۷۱ درصد از اراضی قابل کشت منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

ج) متوسط، که در این مناطق احتمال موفقیت کشت نخود دیم۵۰-۲۵ درصد می‌باشد و ۰/۲۳ درصد از اراضی قابل کشت منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شود.

در پژوهشی که سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2001)، بررسی کردند، مشاهده شد که در مناطقی مثل دو ایستگاه مراغه و خرمشهر که با خشکی انتهای فصل روبرو هستند، استفاده از ارقام نخود که در مصرف رطوبت موجود در خاک طی دوره رشد خود نوعی توازن برقرار می‌کنند، ارجح‌تر است. از آنجا که این مرحله حساس‌ترین مرحله نمو نخود به کمبود رطوبت می‌باشد، لذا توجه به تأمین رطوبت برای این مرحله نمو در ایستگاه زرینه و قسمت‌هایی از ایستگاه قروه که در درجه بحرانی طبقه‌بندی شدند، از ضروریات نمو این گیاه زراعی در دوره زایشی در این دو ایستگاه می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی ارتباط بین بارندگی مرحله رسیدگی و پتانسیل کشت نخود دیم منطقه نشان داد که به‌جز قسمت ناچیزی از شهرستان بانه و کامیاران به‌ترتیب در غرب و جنوب منطقه که در درجه مناسب و بسیار مناسب قرار دارند، بقیه مناطق استان از لحاظ تأمین رطوبت برای این مرحله نموی نخود دیم در درجه متوسط و بحرانی قرار دارد و رطوبت لازم برای این مرحله تأمین نمی‌شود، که این نشان از عدم بارندگی لازم برای این دوره نمو نخود دیم می‌باشد، که استفاده از ارقام نخود که در مصرف رطوبت موجود در خاک طی دوره رشد خود نوعی توازن برقرار می‌کنند، ارجح‌تر است و انجام آبیاری تکمیلی از ضروریات این مرحله نموی در اکثر منطقه به‌جز قسمت‌های ناچیزی از ایستگاه کامیاران ضرورت پیدا می‌کند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، استان کردستان به سه منطقه آب و هوایی مشخص تقسیم شد که شامل منطقه زراعی اقلیمی پرخطر یا نامناسب (۰/۲۳ درصد کل مساحت)، منطقه با خطر متوسط یا با تولید نسبی (۵۹/۷۱ درصد از کل سطح)، منطقه کشاورزی کم خطر یا مناسب (۳۷/۹۶ ٪ از کل منطقه) بود. نتایج بررسی رابطه بین بارندگی مرحله رویشی با پتانسیل کشت نخود دیم در منطقه نشان داد که وقوع بارش‌های مناسب برای دوره رویشی در کل منطقه بیشترین ارزش را نسبت به سایر مراحل رشد داشت و به‌دلیل وقوع بارندگی‌های لازم در این زمان و رطوبت ذخیره شده از بارش‌های زمستانی اکثر منطقه از نظر تأمین رطوبت مورد نیاز در درجه بسیار مطلوبی قرار دارد، به‌جز بخش کوچکی از شهرستان‌های قروه، بیجار و سروآباد که در درجه ضعیفی قرار دارند.

References

1. Al-Mashreki, M. H., Akhir, J. B. M., Rahim, S. A., Kadderi, D. M., Tukimat, L., & Haider, A. R. (2011). Land suitability evaluation for sorghum crop in the Ibb Governorate, republic of Yemen using remote sensing and GIS techniques. *Australian Journal of Basic and Applied Science*, *5*, 359–368.
2. Araya, A., Keesstra, S. D., & Stroosnijder, L.(2010). A new agro-climatic classification for crop suitability zoning in northern semi-arid Ethiopia. *Agricultural and Forest Meteorology*, *150*, 1057–1064.
3. Baniaghil, A. S., Rahemi karizki, A., Biabani, A., & faramarzi, H. (2017). Potential Climatic Zoning of Wheat (T*riticum aestivum L*.) Golestan Province. *Journal of Agroecology,(9)3*, 821-833. (In Persian with English Summary) doi: 10.22067/jag.v9i3.52027
4. Bhagat, R.M., Singh, S., Sood, C., Rana, R.S., Kalia, V., Pradhan, S., Immerzeel, W., & Shrestha, B. (2009). Land suitability analysis for cereal production in Himachal Pradesh (India) using geographical information system. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, *37*, 233–240. https://doi.org/10.1007/s12524-009-0018-6
5. Chandora R, & Gayacharan, Shekhawat N, M. N. (2020). Chickpea genetic resources: Collection, conservation, characterization, and maintenance. In: Chickpea: Crop Wild Gains; Academic Press. Relatives for Enhancing Genetic Acadamic Press 37–61.
6. FAO. (2022). Agricultural production statistics 2000–2020. FAOSTAT analytical brief series no. 41.

7. Change, F. C. (2015). Food Security: Risks and Responses. FAO: Rome, Italy, 86.
8. Gayacharan, Rani, U., Singh, S., Basandrai, A. K., Rathee, V. K., Tripathi, K., Singh, N., Dixit, G. P., Rana, J. C., Pandey, S., Kumar, A., & Singh, K.(2020). Identification of novel resistant sources for ascochyta blight (*Ascochyta rabiei*) in chickpea. PLoS One 15, e0240589. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240589
9. Kanuni, H. (2001). The yielding ability and adaptability of chickpea cultivars under rainfed conditions of Kurdistan. *Seed Plant*, 17, 1–11. (in Persian)
10. Kumar, S., Patel, N. R., Sarkar, A., & Dadhwal, V. K. (2013). Geospatial approach in assessing agro-climatic suitability of soybean in rainfed agro-ecosystem. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, *41*, 609–618. https://doi.org/10.1007/s12524-012-0249-9
11. Mahdavi, M., Salajegheh, A., Keshtkar, A. R., Fahmi, H., & Sharif, F. (2006). A study of the appropriate probability distributions for annual flow series, using L-moment method in arid and semi-arid regions. *Iranian Journal of Natural Resources Research*, *59*, 75–87.
12. Mansourian, S., Izadi Darbandi, E., RashedMohassel, M. H., Rastgoo, M., & Kanouni, H. (2017). Comparison of artificial neural networks and logistic regression as potential methods for predicting weed populations on dryland chickpea and winter wheat fields of Kurdistan province, *Iranian Journal of Crop Protection*, *93*, 43–51. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.015
13. Miller, P., McKay, K., Jenks, B., Riesselman, J., Neill, K., Buschena, D., & Bussan, A. (2002). Growing chickpeas in the northern great plains. MT200204 AG 3/2002. Montana Extension and Experiment Station Publications.
14. Sharma, A., Bharat, R., RaoK, K.V., Vittal, P. R., Ramakrishna, Y. S., & Amarasinghe, U. (2010). Estimating the potential of rainfed agriculture in India: Prospects for water productivity improvements. *Agricultural Water Management*, *97*, 23–30. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.08.002
15. Shikwambana, S., Malaza, N., & Shale, K. (2021). Impacts of rainfall and temperature changes on smallholder agriculture in the Limpopo province, South Africa. Water, 13, 2872.
16. Sobhani, B. (2005). Agro-climatic zoning of Ardabil province using satellite images in GIS environment. Dr. Diss. University of Tabriz 160.
17. Sobhani, B., Safarianzengir, V., & Tabatabaei, B. (2020). Agroecological zoning of sugar beet cultivation based on soil nutrients and climatic conditions (Case study: East Azarbayjan province). *Journal of Environmental Science and Technology*, *22*, 95–107. 10.22034/jest.2020.28698.3741
18. Soltani, F.R., Khooie, K., & Moghaddam Ghassemi-Golezani, M. (2001). A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. *Agricaltural Water Management*, *49*, 225–237.
19. Soltania, A., & Hajjarpoura, A., Vadez, V. (2016). Analysis of chickpea yield gap and water-limited potential yield. *Iranian Journal of Field Crop Research*, *185*, 21–30.
20. Soltani, A.(2009). Mathematical modeling in crops. Jahade Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran. (In persian)
21. Soltani, A., Robertson, M. J., Mohammad-Nejad, Y., & Rahemi-Karizaki, A. (2006). Modeling chickpea growth and development: Leaf production and senescence. *Iranian Journal of Field Crop Research*, *99*, 14–23. (In persian) https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.02.005
22. Veisi, M., Zand, E., Moeini, M. M., & Bassiri, K. (2020). Review of research on weed management of chickpea in Iran: Challenges, strategies and perspectives. *Journal of Plant Protection Research*, *60*, 113–125. https://doi.org/10.24425/jppr.2020.132212
23. Zohary, D., Hopf, M., & Weiss, E. (2012). Domestication of plants in the old world - the origin and spread of domesticated plants in South-West Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. *Oxford University Press*, 1–8. https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199549061.001.0001